

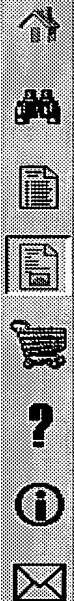


JP9068667

Biblio

Page 1

Drawing

**ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM**

Patent Number: JP9068667
Publication date: 1997-03-11
Inventor(s): WATABE FUMIO
Applicant(s): FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD
Requested Patent: ☐ JP9068667
Application Number: JP19950248634 19950831
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B27/00; G02F1/1335
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely improve the utilizing efficiency of light and to surely reduce illumination irregularity by making the aperture shapes of the individual lenses of a first lens array plate (surface) and a second lens array plate (surface) almost similar to the shape of an area to be illuminated and satisfying a prescribed conditional expression as for an illumination optical system by an integrator illumination system.

SOLUTION: This system is constituted of a light source part consisting of a light emitter 1 and an ellipsoidal-mirror reflector 3 reflecting luminous flux 2 emitted from the emitter 1 in an optical axis X direction, the first lens array plate 4 acting on the luminous flux 2 from the light source part, the second lens array plate 5 superimposing the respective luminous flux from the plate 4 on a liquid crystal panel 7 being the body to be illuminated and a convex lens 6. Then, the aperture shapes of the individual lenses of the plates 4 and 5 are made almost similar to the front shape of the panel 7 so as to satisfy four conditional expressions for regulating a relative distance among the respective members 4, 5 and 7 and the size thereof.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-68667

(43) 公開日 平成9年(1997)3月11日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/00			G 0 2 B 27/00	V
G 0 2 F 1/1335	5 3 0		G 0 2 F 1/1335	5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-248634

(22) 出願日 平成7年(1995)8月31日

(71) 出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72) 発明者 渡部 文男

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

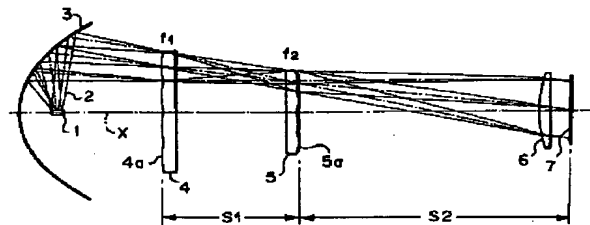
(74) 代理人 弁理士 川野 宏

(54) 【発明の名称】 照明光学系

(57) 【要約】

【目的】 インテグレート照明方式による照明光学系において、第1レンズアレイ板(面)および第2レンズアレイ板(面)における個々のレンズの開口形状を被照明領域の形状と略相似形とし、所定の条件式を満足することにより、光利用効率の向上および照明ムラの軽減を確実にものとする。

【構成】 発光体1と、この発光体1から射出される光束2を光軸X方向に反射する楕円面鏡リフレクタ3とからなる光源部、光源部からの光束2に対して作用する第1レンズアレイ板4、この第1レンズアレイ板4からの各光束を被照明体である液晶パネル7上に重畳せしめる第2レンズアレイ板5、および凸レンズ6からなり、第1レンズアレイ板4および第2レンズアレイ板5における個々のレンズの開口形状が液晶パネル7の前面の形状と略相似形とされ、各部材4、5、7の相対距離およびサイズを規定する4つの条件式を満足するように構成されてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光体、およびこの発光体の位置と被照明体の位置とを略共焦点位置とする楕円面鏡からなる光源部と、略同一の開口形状のレンズを2次元的に配列して形成される第1レンズアレイ板と、略同一の開口形状のレンズを2次元的に配列して形成される第2レンズア

$$1. 0 < k_1 \times s_2 / s_1 < 1.8 \quad \dots\dots (1)$$

$$1. 0 < k_2 \times (s_1 + s_2) / s_1 < 1.8 \quad \dots\dots (2)$$

$$0.8 < f_1 \times s_2 / (s_1 \times (s_1 + s_2)) < 2.0 \quad \dots (3)$$

$$0.8 < f_2 \times (s_1 + s_2) / (s_1 \times s_2) < 2.0 \quad \dots (4)$$

ここで、

s₁ : 第1レンズアレイ板と第2レンズアレイ板の距離

s₂ : 第2レンズアレイ板と被照明体の距離

k₁ : 第1レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

k₂ : 第2レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

f₁ : 第1レンズアレイ板の焦点距離

f₂ : 第2レンズアレイ板の焦点距離

【請求項2】 発光体、およびこの発光体の位置を略焦点

$$1. 0 < k_1 \times s_2 / s_1 < 1.8 \quad \dots\dots (5)$$

$$1. 0 < k_2 \times (s_1 + s_2) / s_1 < 1.8 \quad \dots\dots (6)$$

$$0.7 < f_1 / s_1 < 1.7 \quad \dots\dots (7)$$

$$0.8 < f_2 \times (s_1 + s_2) / (s_1 \times s_2) < 2.0 \quad \dots (8)$$

ここで、

s₁ : 第1レンズアレイ板と第2レンズアレイ板の距離

s₂ : 第2レンズアレイ板と被照明体の距離

k₁ : 第1レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

k₂ : 第2レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

f₁ : 第1レンズアレイ板の焦点距離

f₂ : 第2レンズアレイ板の焦点距離

【請求項3】 発光体、および発光体位置と被照明体の位

$$0.6 < k_1 \times s / d < 1.2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$0.6 < k_2 \times s / d < 1.2 \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$0.25 < R_1 / d < 0.45 \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$0.25 < R_2 / d < 0.45 \quad \dots\dots\dots (12)$$

ここで、

d : レンズアレイ板の厚さ

s : レンズアレイ板と被照明体の距離

k₁ : 第1レンズアレイ面（光源部側のレンズアレイ面）における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

k₂ : 第2レンズアレイ面（被照明体側のレンズアレイ面）における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

R₁ : 第1レンズアレイ面の各レンズの曲率半径

R₂ : 第2レンズアレイ面の各レンズの曲率半径

【請求項4】 前記第2レンズアレイ板または前記第2レ

レイ板とをこの順に配設してなり、

該第1レンズアレイ板および該第2レンズアレイ板における個々のレンズの開口形状が被照明領域の形状と略相似形であり、下記条件式（1）～（4）を満足することを特徴とする照明光学系。

位置とする放物面鏡と、略同一の開口形状のレンズを2次元的に配列して形成される第1レンズアレイ板と、略同一の開口形状のレンズを2次元的に配列して形成される第2レンズアレイ板とをこの順に配設してなり、該第1レンズアレイ板および該第2レンズアレイ板における個々のレンズの開口形状が被照明領域の形状と略相似形であり、かつ該第1レンズアレイ板と該第2レンズアレイ板の、互に対応するレンズの光軸が一致するように構成され、下記条件式（5）～（8）を満足することを特徴とする照明光学系。

置とを略共焦点とする楕円面鏡からなる光源部と、略同一の開口形状のレンズを2次元的に配列して形成される第1および第2レンズアレイ面を有し、該第1レンズアレイ面が前記発光体側を向くように配設されたレンズアレイ板とからなり、該2つのレンズアレイ面における個々のレンズの開口形状が被照明領域の形状と略相似形であり、下記条件式（9）～（12）を満足するように構成されてなることを特徴とする照明光学系。

レンズアレイ面からの照明光を前記被照明体の後方の所定位置に指向せしめるレンズを該被照明体の前段に設けてなることを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項記載の照明光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えばライトバルブ等を照明するために用いられる照明光学系に関し、詳しくはレンズアレイ板を用いたインテグレート方式の照明光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、一種のケーラー照明法である

リレーコンデンサ方式と称される照明法が知られている。この照明法は、光源の像をリレーして投影レンズの瞳近傍に結像させ、コンデンサによる光源の像を無限遠に形成するようにしたもので、これにより発光部の輝度ムラの影響による照明ムラを除くようにしたものである。しかしこの方法は、メタルハライドランプ、キセノンランプ、あるいはハロゲンランプ等のように配光特性にバラツキを有する光源を用いた場合、その影響による照明ムラが生じ大きな問題となる。

【0003】これに対し、この光源の配光特性によるムラを除去し得る、インテグレートと称される、レンズアレイやレンチキュラー板を用いた方法が知られており、その光束分割手法としても種々提案されている（例えば特開平3-111806号公報）。

【0004】すなわち、このような照明光学装置は凹面鏡式照明光学装置の後段に、第1レンズアレイ板、第2レンズアレイ板および第3レンズをこの順に付加してなる。第1レンズアレイ板は、複数のレンズを二次元状に配列して構成する。第2レンズアレイ板も同様に、複数のレンズを二次元状に配列して構成する。第1レンズアレイ板は、凹面鏡から射出される明るさムラの大きな単一光束を、第1レンズアレイ板のレンズの数と同数の部分光束に分割する。分割後の部分光束の明るさムラは、分割前の単一光束に比較して小さい。この各部分光束は、第2レンズアレイ板により各々被照明領域方向に射出され、第3レンズが被照明領域上でこれら各部分光束を重畳させるので、明るさムラの小さな照明を実現することができる。

$$1. \quad 0 < k_1 \times s_2 / s_1 < 1.8 \quad \dots \dots (1)$$

$$1. \quad 0 < k_2 \times (s_1 + s_2) / s_1 < 1.8 \quad \dots \dots (2)$$

$$0.8 < f_1 \times s_2 / (s_1 \times (s_1 + s_2)) < 2.0 \quad \dots (3)$$

$$0.8 < f_2 \times (s_1 + s_2) / (s_1 \times s_2) < 2.0 \quad \dots (4)$$

ここで、

s_1 : 第1レンズアレイ板と第2レンズアレイ板の距離

s_2 : 第2レンズアレイ板と被照明体の距離

k_1 : 第1レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

k_2 : 第2レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

f_1 : 第1レンズアレイ板の焦点距離

f_2 : 第2レンズアレイ板の焦点距離

【0009】また、本発明の第2の照明光学系は、発光体、およびこの発光体の位置を略焦点位置とする放物面

$$1. \quad 0 < k_1 \times s_2 / s_1 < 1.8 \quad \dots \dots (5)$$

$$1. \quad 0 < k_2 \times (s_1 + s_2) / s_1 < 1.8 \quad \dots \dots (6)$$

$$0.7 < f_1 / s_1 < 1.7 \quad \dots \dots (7)$$

$$0.8 < f_2 \times (s_1 + s_2) / (s_1 \times s_2) < 2.0 \quad \dots (8)$$

ここで、

s_1 : 第1レンズアレイ板と第2レンズアレイ板の距離

s_2 : 第2レンズアレイ板と被照明体の距離

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなインテグレート方式を用いた従来技術においても、2つのレンズアレイ板や被照明領域の前段に配されたレンズの配設位置やレンズアレイ板の各レンズの開口形状によっては、光利用効率の点で問題があったり、かえって照明ムラが大きくなることも多く、これまではその状況に応じてその都度実験や試行を繰り返し、カットアンドトライ方式で各部材の配置やサイズを決定していたため、所望する効果が得られるとは限られず、装置の製造効率が悪く製造コストも高いものとなっていた。

【0006】本発明の目的は、インテグレート方式を用いた照明光学系において、光利用効率の向上および明るさムラの軽減を確実に図り、さらに装置の製造効率の向上および製造コストの低減を図ることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の照明光学系は、発光体、およびこの発光体の位置と被照明体の位置とを略共焦点位置とする楕円面鏡からなる光源部と、略同一の開口形状のレンズを2次的に配列して形成される第1レンズアレイ板と、略同一の開口形状のレンズを2次的に配列して形成される第2レンズアレイ板とをこの順に配設してなり、該第1レンズアレイ板および該第2レンズアレイ板における個々のレンズの開口形状が被照明領域の形状と略相似形であり、下記条件式

(1)～(4)を満足することを特徴とするものである。

【0008】

鏡と、略同一の開口形状のレンズを2次的に配列して形成される第1レンズアレイ板と、略同一の開口形状のレンズを2次的に配列して形成される第2レンズアレイ板とをこの順に配設してなり、該第1レンズアレイ板および該第2レンズアレイ板における個々のレンズの開口形状が被照明領域の形状と略相似形であり、かつ該第1レンズアレイ板と該第2レンズアレイ板の、互いに対応するレンズの光軸が一致するように構成され、下記条件式(5)～(8)を満足することを特徴とするものである。

【0010】

k_1 : 第1レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

k_2 : 第2レンズアレイ板における各レンズの開口形状

と被照明領域の形状との相似比

f_1 : 第1レンズアレイ板の焦点距離

f_2 : 第2レンズアレイ板の焦点距離

【0011】さらに、本発明の第3の照明光学系は、発光体、および発光体位置と被照明体の位置とを略共焦点とする楕円面鏡からなる光源部と、略同一の開口形状のレンズを2次元的に配列して形成される第1および第2

$$0.6 < k_1 \times s / d < 1.2$$

$$0.6 < k_2 \times s / d < 1.2$$

$$0.25 < R_1 / d < 0.45$$

$$0.25 < R_2 / d < 0.45$$

ここで、

d : レンズアレイ板の厚さ

s : レンズアレイ板と被照明体の距離

k_1 : 第1レンズアレイ面（光源部側のレンズアレイ

面）における各レンズの開口と被照明領域との相似比

k_2 : 第2レンズアレイ面（被照明体側のレンズアレイ

面）における各レンズの開口と被照明領域との相似比

R_1 : 第1レンズアレイ面の各レンズの曲率半径

R_2 : 第2レンズアレイ面の各レンズの曲率半径

【0013】さらに、上述した各照明光学系において、前記第2レンズアレイ板または前記第2レンズアレイ面からの照明光を前記被照明体の後方の所定位置に指向せしめるレンズを該被照明体の前段に設けることも可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。

（第1の実施例）図1は本発明の第1の実施例に係る照明光学系を示す概略図である。すなわち、この照明光学系は、発光体1とこの発光体1から射出される光束2を光軸X方向に反射するリフレクタ3とからなる光源部、光源部からの光束2に対して作用する第1レンズアレイ板4、第1レンズアレイ板4からの各光束を被照明体で

$$1.0 < k_1 \times s_2 / s_1 < 1.8 \quad \dots \dots (1)$$

$$1.0 < k_2 \times (s_1 + s_2) / s_1 < 1.8 \quad \dots \dots (2)$$

$$0.8 < f_1 \times s_2 / (s_1 \times (s_1 + s_2)) < 2.0 \quad \dots (3)$$

$$0.8 < f_2 \times (s_1 + s_2) / (s_1 \times s_2) < 2.0 \quad \dots (4)$$

ここで、

s_1 : 第1レンズアレイ板と第2レンズアレイ板の距離

s_2 : 第2レンズアレイ板と被照明体の距離

k_1 : 第1レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

k_2 : 第2レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

レンズアレイ面を有し、該第1レンズアレイ面が前記発光体側を向くように配設されたレンズアレイ板とからなり、該2つのレンズアレイ面における個々のレンズの開口形状が被照明領域の形状と略相似形であり、下記条件式(9)～(12)を満足するように構成されてなることを特徴とするものである。

【0012】

$$\dots \dots (9)$$

$$\dots \dots (10)$$

$$\dots \dots (11)$$

$$\dots \dots (12)$$

ある液晶パネル7上に重畳せしめる第2レンズアレイ板5、および凸レンズ6を備えてなる。

【0015】上記リフレクタ3は、発光体1の配設位置と被照明体7の配設位置とを略共焦点位置とする楕円面鏡により形成されており、その一方の共焦点位置付近より発した光束2を反射して、第1レンズアレイ板4における個々のレンズの開口中心、第2レンズアレイ板5における個々のレンズの開口中心を通過せしめて、他方の共焦点位置付近に位置する被照明領域（液晶パネル7の前面に略対応する）の略中心に向かわせることができるようにしており、これにより照明の光利用効率を高めることができるようになっている。また、第1レンズアレイ板4と第2レンズアレイ板5とは、図2(a)、

(B)に示すように、互いに同数のレンズを2次元的に配列して形成され、各レンズアレイ板4、5のレンズアレイ面4a、5aにおけるレンズは各々が略同一形状の開口部とされており、これら第1レンズアレイ板4、第2レンズアレイ板5における個々のレンズの開口形状および液晶パネル7の前面形状は互いに略相似形とされており、下記条件式(1)～(4)を満足するように設定されている。

【0016】

f_1 : 第1レンズアレイ板の焦点距離

f_2 : 第2レンズアレイ板の焦点距離

ここで、本実施例において設定されている上記各変数の値および上記各条件式の値を下記表1に示す。

【0017】

【表1】

	k1	k2	s1	s2	f1	f2	$\frac{k1 \cdot s2}{s1}$	$\frac{k2 \cdot (s1 + s2)}{s1}$	$\frac{f1 \cdot s2}{s1 \cdot (s1 + s2)}$	$\frac{f2 \cdot (s1 + s2)}{s1 + s2}$
実施例1	0.546	0.371	51.3	128.4	87.0	43.9	1.37	1.30	1.21	1.20
実施例2	0.136	0.121	28.8	309.5	44.7	41.6	1.46	1.42	1.42	1.58

	k1	k2	s1	s2	f1	f2	$\frac{k1 \cdot s2}{s1}$	$\frac{k2 \cdot (s1 + s2)}{s1}$	$\frac{f1}{s1}$	$\frac{f2 \cdot (s1 + s2)}{s1 + s2}$
実施例3	0.871	0.500	84.0	125.5	94.1	54.1	1.30	1.25	1.12	1.08

	k1	k2	d	s	R1	R2	$\frac{k1 \cdot s}{d}$	$\frac{k2 \cdot s}{d}$	$\frac{R1}{d}$	$\frac{R2}{d}$
実施例4	0.0357	0.0368	10.3	200.0	3.437	3.225	0.69	0.75	0.33	0.31

【0018】本実施例においては、上記第1レンズアレイ板4が、発光体1の像をその構成レンズの数だけ第2レンズアレイ板5の近傍に結像させ、そのマルチ像によって液晶パネル7を照明するので、発光体の輝度ムラの影響を取り除くことができる。すなわち、第1レンズアレイ板4を透過する各光束の光量分布は、発光体1の発光特性のバラツキによる影響を受けて濃淡が残存するが、第2レンズアレイ板5により、第1レンズアレイ板4の個々のレンズの開口部分の像を液晶パネル7を充分カバーする倍率で投影し、液晶パネル7上にその開口部分の数だけ重畳させるので、発光体1の発光特性の影響による照明ムラを小さくして均一な照明を実現することができる。

【0019】さらに、第1レンズアレイ板4および第2レンズアレイ板5における個々のレンズの開口形状が、被照明領域（液晶パネル7の前面）の形状と略相似形となるようにしており、これにより照明光のロスを少なくし照明の光利用効率を高くすることができる。なお、本実施例においては、第1レンズアレイ板4の発光体1側にレンズ面4aが形成されており、これにより球面収差や正弦条件を小さくすることができるので光利用効率の点で有利となる。もちろん、両側の面を共にレンズ面とすることが可能であり、さらには、このレンズ面を非球面形状とすることや、フレネル面とすることも可能である。

【0020】また、上記第2レンズアレイ板5は、液晶パネル7側にレンズ面5aが形成されており、これにより球面収差や正弦条件を小さくすることができるので照明の均一性の点で有利となる。もちろん、両側の面を共にレンズ面とすることが可能であり、さらには、このレンズ面を非球面形状とすることや、フレネル面とすることも可能である。また、液晶パネル7の直前に配置され

たレンズ6は、照明光を適切な方向に指向させる作用を有する。すなわち被照明体が、本実施例のように液晶パネルの如き透過型素子であり、投影レンズによってさらに他の被照明体に投影されるような場合においては、その投影レンズの入射瞳位置近傍に光を指向させるようにこのレンズ6の形状および位置を設定する。

【0021】また、上記条件式(1)において、その上限を超えると、第1レンズアレイ板4に達した光の相当量をロスし、光利用効率が低下するため問題となり、一方その下限を下回ると、被照明領域の周辺部に光が回らなくなり、照明ムラが生じるため問題となるが、本実施例においては、この条件式を満足するように設定されているので光利用効率および照明ムラの両者を良好なものとすることができる。また、上記条件式(2)において、その上限または下限のいずれの外側にはずれても、発光体からの光を被照明領域に効率的に伝達できなくなるため、照明ムラや光利用効率が不良となり問題となるが、本実施例においては、この条件式を満足するように設定されているので光利用効率および照明ムラの両者を良好なものとすることができる。

【0022】また、上記条件式(3)、(4)において、その上限または下限のいずれの外側にはずれても、第1レンズアレイ板4に達した光を被照明領域に効率的に伝達できなくなるため、光利用効率が不良となり問題となるが、本実施例においては、この条件式を満足するように設定されているので光利用効率を良好なものとすることができる。次に、第1の実施例に係る照明光学系の各部材の曲率半径r(mm)、各部材の中心厚および各部材間の空気間隔（以下、これらを総称して軸上面間隔という）d(mm)、各部材のd線における屈折率Nの値を表2に示す。さらに、この表2に発光体とリフレクタの距離、被照明体とレンズの距離、被照明領域のサイ

ズ、第1および第2のレンズアレイ板の各レンズの開口サイズ、およびリフレクタの形状を示す。

【0023】

【表2】

	r	d	N
リフレクタ		68.0	
第1レンズアレイ板	41.74	7.0	1.48
	∞	51.3	
第2レンズアレイ板	∞	5.5	1.48
	-21.09	112.5	
レンズ	64.11	5.5	1.52
	∞		

発光体位置はリフレクタより18.0mm

被照明体位置はレンズの被照明体側の面より10.4mm

被照明領域は28.0mm×21.0mm

第1レンズアレイ板の各レンズの開口サイズ 15.3mm×11.5mm

第2レンズアレイ板の各レンズの開口サイズ 10.4mm×7.8mm

リフレクタの楕円面形状は、

$$\text{非球面式} \quad z = c y^2 / (1 + (1 - (1 + k) c^2 y^2)^{1/2}) \quad \dots (13)$$

において、

$$c = 0.02973$$

$$k = -0.7543$$

【0024】(第2の実施例)図3は、本発明の第1の実施例に係る照明光学系を示す概略図である。この照明光学系は、上記第2の実施例に係る照明光学系と略同様の構成とされているが、液晶パネル17の前段のレンズが通常の凸レンズ6ではなく凸のフレネルレンズ16とされている点で異なっている。このようにフレネルレンズ16を用いることによりその厚みを薄くすることができ、レンズ配設スペースの点で有利となる。なお、上記第1の実施例における部材と同様の機能を有する部材については、第1の実施例における各部材に付した数字に10を加えた数字を付し、その説明は省略する。

【0025】なお、本実施例において設定されている上記各変数の値および上記各条件式の値を上記表1に示

す。また、図3における、第1レンズアレイ板14のレンズアレイ面14aおよび第2レンズアレイ板15のレンズアレイ面15aの形状を、各々図4(a)および図4(b)に示す。

【0026】次に、第2の実施例に係る照明光学系の各部材の曲率半径r(mm)、各部材の中心厚および各部材間の空気間隔(以下、これらを総称して軸上面間隔という)d(mm)、各部材のd線における屈折率Nの値を表3に示す。さらに、この表3に発光体とリフレクタの距離、被照明体とレンズの距離、被照明領域のサイズ、第1および第2のレンズアレイ板の各レンズの開口サイズ、リフレクタの形状およびフレネルレンズの形状を示す。

【0027】

【表3】

	r	d	N
リフレクタ		7. 0	
第1レンズアレイ板	21. 46	8. 5	1. 48
	∞	28. 8	
第2レンズアレイ板	∞	8. 0	1. 48
	-19. 98	290. 0	
レンズ	∞	5. 5	1. 52
フレネル非球面			

発光体位置はリフレクタより15. 0mm

被照明体位置はレンズの被照明体側の面より14. 0mm

被照明領域は132. 0mm×99. 0mm

第1レンズアレイ板の各レンズの開口サイズ 18. 0mm×13. 5mm

第2レンズアレイ板の各レンズの開口サイズ 16. 0mm×12. 0mm

リフレクタの楕円面形状は、上記非球面式(13)において

$$c = 0. 03451, k = -0. 8682$$

レンズのフレネルの非球面形状は、上記非球面式(13)において

$$c = -0. 006757, k = -0. 9160$$

【0028】(第3の実施例)図5は本発明の第3の実施例に係る照明光学系を示す概略図である。この第3の実施例は上記第1の実施例と比べてリフレクタ23の形状が異なり、これに伴い各レンズアレイ板24、25のレンズ形状も異なっている。すなわち、この照明光学系は、発光体21とこの発光体21から射出される光束22を光軸X方向に反射するリフレクタ23とからなる光源部、光源部からの光束22に対して作用する第1レンズアレイ板24、第1レンズアレイ板24からの各光束22を被照明体である液晶パネル27上に重畳せしめる第2レンズアレイ板25、および凸レンズ26を備えてなる。

【0029】上記リフレクタ23は、発光体21の配設位置を略焦点位置とする放物面鏡により形成されており、その焦点位置付近より種々の方向に放射された光束22を反

射して光軸と平行に射出する。また、第1レンズアレイ板24と第2レンズアレイ板25における対応するレンズはその光軸が一致するように構成され、第1レンズアレイ板24における個々のレンズの開口中心、第2レンズアレイ板25における個々のレンズの開口中心を通過せしめて、焦点位置付近に位置する被照明領域(液晶パネル7の前面に略対応する)の略中心に向かわせることができるようにしており、これにより照明の光利用効率を高めることができるようになっている。

【0030】なお、本実施例において設定されている上記各変数の値および上記各条件式の値を上記表1に示す。また、第1レンズアレイ板24と第2レンズアレイ板25とは、図6に示すように、互いに同数のレンズを2次元的に配列して形成され、各アレイ板24、25のレンズ面

24a、24bにおけるレンズは各々が略同一形状の開口部とされている。さらに、これら第1レンズアレイ板24、第2レンズアレイ板25における個々のレンズの開口形状および液晶パネル27の前面形状は互いに略相似形とされて

$$1.0 < k_1 \times s_2 / s_1 < 1.8 \quad \dots\dots (5)$$

$$1.0 < k_2 \times (s_1 + s_2) / s_1 < 1.8 \quad \dots\dots (6)$$

$$0.7 < f_1 / s_1 < 1.7 \quad \dots\dots (7)$$

$$0.8 < f_2 \times (s_1 + s_2) / (s_1 \times s_2) < 2.0 \quad \dots\dots (8)$$

ここで、

s_1 : 第1レンズアレイ板と第2レンズアレイ板の距離

s_2 : 第2レンズアレイ板と被照明体の距離

k_1 : 第1レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

k_2 : 第2レンズアレイ板における各レンズの開口形状と被照明領域の形状との相似比

f_1 : 第1レンズアレイ板の焦点距離

f_2 : 第2レンズアレイ板の焦点距離

【0032】その他の各光学部材の機能および態様の変更については上記第1の実施例と略同様であるのでその詳細な説明は省略する。なお、上記条件式(5)、

おり、この点は上記第1の実施例と略同様である。また、この第3の実施例は下記条件式(5)～(8)を満足するように設定されている。

【0031】

(6)、(7)、(8)による作用は、各々上記条件式(1)、(2)、(3)、(4)と略同様である。

【0033】次に、第3の実施例に係る照明光学系の各部材の曲率半径 r (mm)、各部材の中心厚および各レンズ間の空気間隔(以下、これらを総称して軸上面間隔という) d (mm)、各部材の d 線における屈折率 N の値を表4に示す。さらに、この表4に発光体とリフレクタの距離、被照明体とレンズの距離、被照明領域のサイズ、第1および第2のレンズアレイ板の各レンズの開口サイズ、およびリフレクタの形状を示す。

【0034】

【表4】

	r	d	N
リフレクタ		55.0	
第1レンズアレイ板	45.18	10.0	1.48
	∞	84.0	
第2レンズアレイ板	∞	6.0	1.48
	-25.95	110.0	
レンズ	58.40	5.5	1.52
	∞		

発光体位置はリフレクタより14.0mm

被照明体位置はレンズの被照明体側の面より10.0mm

被照明領域は 28.0mm×21.0mm

第1レンズアレイ板の各レンズの開口サイズ 24.4mm×18.3mm

第2レンズアレイ板の各レンズの開口サイズ 14.0mm×10.5mm

リフレクタの放物面形状は、上記非球面式(13)において、

$$c = 0.03571, k = -1.0000$$

【0035】(第4の実施例)図7は本発明の第4の実施例に係る照明光学系を示す概略図である。この第4の実施例は上記第1の実施例と比べ、2つのレンズアレイ板4、5の代わりに2つのレンズアレイ面34a、35aを有するレンズアレイ板34を備えている点で異なっている。すなわち、この照明光学系は、発光体31とこの発光体31から射出される光束32を光軸X方向に反射するリフレクタ33とからなる光源部、光源部からの光束32に対して作用する第1レンズアレイ面34aおよびこの第1レンズアレイ面34aからの各光束32を被照明体である液晶パネル37上に重畳せしめる第2レンズアレイ面35aを有するレンズアレイ板34、および凸レンズ36を備えてなる。

【0036】上記リフレクタ33は、発光体31の配設位置と被照明体37の配設位置とを略共焦点位置とする楕円面鏡により形成されており、その一方の共焦点位置付近より発した光束32を反射して、第1レンズアレイ面34における個々のレンズの開口中心、第2レンズアレイ面35における個々のレンズの開口中心を通過せしめて、他方の

共焦点位置付近に位置する被照明領域(液晶パネル37の前面に略対応する)の略中心に向かわせることができるようにしており、これにより照明の光利用効率を高めることができるようになっている。

【0037】また、第1レンズアレイ面34aと第2レンズアレイ面35aは、各々マイクロレンズを2次的に配列して形成され、図8(a)に示すように、第2レンズアレイ面35aのレンズピッチが第1レンズアレイ面34aのレンズピッチよりも所定の割合で小さくなるように形成されている。ただし、光軸Xにおいて各レンズ面34a、35aのレンズの中心軸が一致するようになっている。このようにレンズピッチを所定の値に設定することにより、リフレクタ33の周辺で反射された光束32を被照明領域に向かわせる際に、2つのレンズアレイ面34a、35aの対応する2つのレンズの開口中心を通過させることが可能となる。なお、図8(b)には、レンズアレイ板34を第1レンズアレイ面34a側からみた概略図を示す。このように、本実施例では1つの部材に2つのレンズアレイ面34

a、35aを形成することにより、部品点数を減らすことができ、光学系の組み立て、調整が容易となる。

【0038】なお、これらの図からも明らかなように、レンズアレイ板34の各レンズ面34a、35aにおけるレンズは各々が略同一形状の開口部とされている。また、これ

$$\begin{aligned} 0.6 < k_1 \times s / d < 1.2 \\ 0.6 < k_2 \times s / d < 1.2 \\ 0.25 < R_1 / d < 0.45 \\ 0.25 < R_2 / d < 0.45 \end{aligned}$$

ここで、

d : レンズアレイ板の厚さ

s : レンズアレイ板と被照明体の距離

k₁ : 第1レンズアレイ面(光源部側のレンズアレイ

面)における各レンズの開口と被照明領域との相似比

k₂ : 第2レンズアレイ面(被照明体側のレンズアレイ

面)における各レンズの開口と被照明領域との相似比

R₁ : 第1レンズアレイ面の各レンズの曲率半径

R₂ : 第2レンズアレイ面の各レンズの曲率半径

【0040】なお、本実施例において設定されている上記各変数の値および上記各条件式の値を上記表1に示す。本実施例においては、上記レンズアレイ板34の第1レンズアレイ面34aのレンズが、発光体31の像をその構成レンズの数だけ第2レンズアレイ面35aの近傍に結像させ、そのマルチ像によって液晶パネル37を照明するので、発光体の輝度ムラの影響を取り除くことができる。すなわち、第1レンズアレイ面34aを透過する各光束32の光量分布は、発光体31の発光特性のバラツキによる影響を受けて濃淡が残存するが、第2レンズアレイ面35aにより、第1レンズアレイ面34aの個々のレンズの開口部分の像を液晶パネル37を充分カバーする倍率で投影し、液晶パネル37上にその開口部分の数だけ重畳させる

ら第1レンズアレイ面34a、第2レンズアレイ面35aにおける個々のレンズの開口形状および液晶パネル37の前面形状は互いに略相似形とされており、下記条件式(9)～(12)を満足するように設定されている。

$$\begin{aligned} \text{【0039】} & \dots\dots\dots (9) \\ & \dots\dots\dots (10) \\ & \dots\dots\dots (11) \\ & \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

ので、発光体31の発光特性の影響による照明ムラを小さくして均一な照明を実現することができる。

【0041】また、液晶パネル37の直前に配置されたレンズ36は、照明光を適切な方向に指向させる作用を有する。すなわち、上記第1の実施例と同様に、被照明体が液晶パネルの如き透過型素子であり、その像が投影レンズによってさらに他の被照明体に投影されるような場合においては、その投影レンズの入射瞳位置近傍に光を指向させるようにこのレンズ36の形状および位置を設定する。なお、上記条件式(9)、(10)、(11)、(12)による作用は各々上記条件式(1)、(2)、(3)、(4)と略同様である。

【0042】次に、第4の実施例に係る照明光学系の各部材の曲率半径r(mm)、各部材の中心厚および各部材間の空気間隔(以下、これらを総称して軸上面間隔という)d(mm)、各部材のd線における屈折率Nの値を表5に示す。さらに、この表5に発光体とリフレクタの距離、被照明体とレンズの距離、被照明領域のサイズ、第1および第2のレンズアレイ面の各レンズの開口サイズ、およびリフレクタの形状を示す。

【0043】

【表5】

	r	d	N
リフレクタ		50.0	
レンズアレイ板	3.437	10.3	1.48
	-3.225	200.0	
レンズ	103.7	5.5	1.52
	∞		

発光体位置はリフレクタより15.0mm

被照明体位置は被照明体側の面より10.0mm

被照明領域は 28.0mm×21.0mm

第1レンズアレイ面の各レンズの開口サイズ 1.00mm×0.75mm

第2レンズアレイ面の各レンズの開口サイズ 1.03mm×0.77mm

リフレクタの楕円面形状は、上記非球面式(13)において、

$$c = 0.03516, k = -0.8072$$

【0044】なお、本発明の照明光学系としては上述したような実施例のものに限られるものではなく、その他の種々の態様の変更が可能である。例えば、リフレクタの開口サイズや発光体の配設位置としては適宜変更することが可能である。なお、該サイズや位置を決定する場合において、発光体の発光特性を考慮して、その大きな発光部分が利用されるようにすることが望ましい。

【0045】また、被照明体の前段に配されたレンズを、複数のレンズで構成したり、非球面レンズやフレネルレンズで構成することも可能である。また、上記被照明体が最終的に照明されるものである場合等、照明光を特に指向させる必要がない場合には、この被照明体の前段に配されたレンズを省略することも可能である。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の照明光学系によれば、2つのレンズアレイ板（もしくは2つのレンズアレイ面）と被照明体との三者間の距離およびこれらのサイズを決定する際に、これらのレンズアレイ板（もしくはレンズアレイ面）のレンズ開口形状と被照明領域の形状の相似比という概念をとりいれ、各レンズの焦点距離も加味して上記距離を規定しているから、比較的簡単な条件式によりインテグレート照明方式における

各光学部材の配設位置やサイズを得ることができ、発光部の輝度ムラや配光特性のバラツキによる影響を確実に取り除いた均一な照明を、極めて高い光利用効率の下に達成することができる。

【0047】また、本発明の照明光学系によれば、このように各光学部材の配設位置やサイズを簡単に、かつ確実に決定して作製することができるから、装置の製造効率の向上および製造コストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る照明光学系を示す断面図

【図2】図1に示すレンズアレイ板を詳しく示す平面図

【図3】本発明の実施例2に係る照明光学系を示す断面図

【図4】図3に示すレンズアレイ板を詳しく示す平面図

【図5】本発明の実施例3に係る照明光学系を示す断面図

【図6】図5に示すレンズアレイ板を詳しく示す平面図

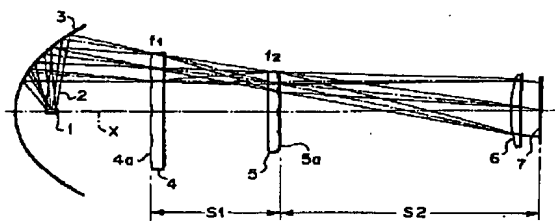
【図7】本発明の実施例4に係る照明光学系を示す断面図

【図8】図7に示すレンズアレイ板を詳しく示す平面図

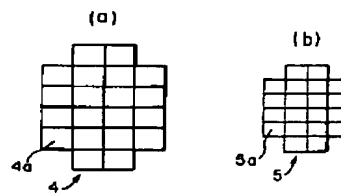
【符号の説明】

1, 11, 21, 31	発光体	7, 17, 27, 37	被照明体
2, 12, 22, 32	光束	(液晶パネル)	
3, 13, 23, 33	リフレクタ	16	凸のフレネ
4, 14, 24	第1レンズ	ルレンズ	
アレイ板		34	レンズアレ
4a, 5a, 14a, 15a, 24a, 25a	レンズアレ	イ板	
イ面		34a	第1レンズ
5, 15, 25	第2レンズ	アレイ面	
アレイ板		35a	第2レンズ
6, 26, 36	凸レンズ	アレイ面	

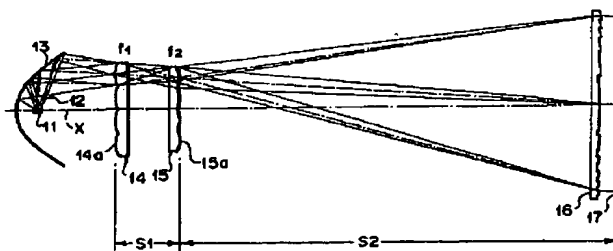
【図1】



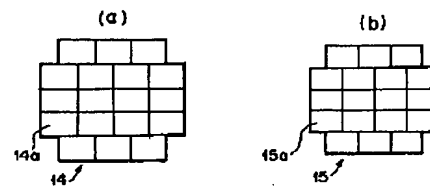
【図2】



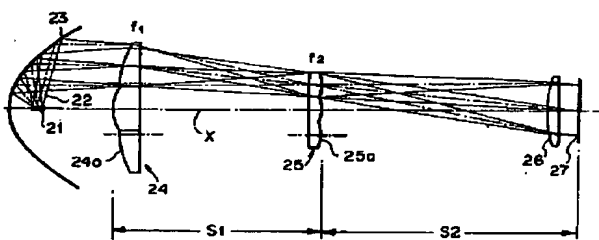
【図3】



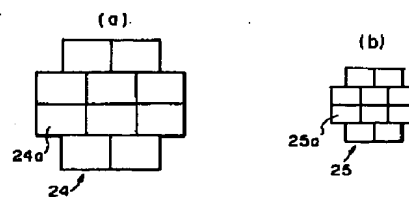
【図4】



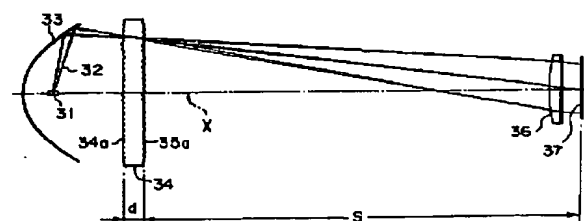
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

